

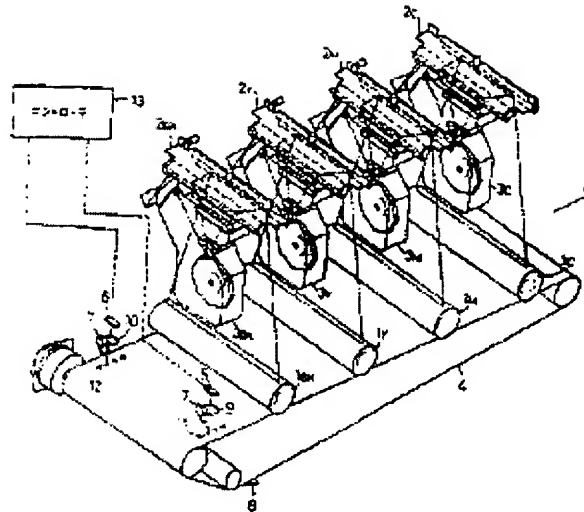
IMAGE FORMING DEVICE

Patent number: JP1142673
Publication date: 1989-06-05
Inventor: MURAYAMA YASUSHI; others: 06
Applicant: CANON INC
Classification:
- **international:** G03G15/01; G03G15/04; H04N1/04; H04N1/29
- **european:**
Application number: JP19870300005 19871130
Priority number(s):

Abstract of JP1142673

PURPOSE:To simplify a mechanism for adjusting deviation in position and to form the optimum color image without the deviation in position by transferring resist marks for detecting the deviation in position on a carrier body and correcting the deviation in position on respective image carriers.

CONSTITUTION:A correction means 13 is provided, which individually corrects the radiation starting position, the radiation angle and the optical path length of a light beam to the respective remaining image carriers based on the relative difference between a specified detection timing and the respective remaining detection timings in the plural resist mark 11 and 12 images transferred on the carrier body for the respective image carriers, which are sequentially detected by detection means 5 and 6. And the deviation in position of an image station which remains subjecting to the deviation in position of the image of the image station which is a reference can be corrected. Thus, the mechanism for adjusting the deviation in position can be simplified and the optimum color image can be effectively outputted as compared with a control for individually correcting all the image stations to be in a certain reference value.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

Family list

9 family members for:

JP1142673

Derived from 7 applications.

[Back to JP1142673](#)

- 1 IMAGE FORMING DEVICE**
Publication info: **JP1142567 A** - 1989-06-05
JP2655603B2 B2 - 1997-09-24
- 2 IMAGE FORMING DEVICE**
Publication info: **JP1142673 A** - 1989-06-05
- 3 IMAGE FORMING DEVICE**
Publication info: **JP1142677 A** - 1989-06-05
- 4 IMAGE FORMING DEVICE**
Publication info: **JP1142678 A** - 1989-06-05
JP2625131B2 B2 - 1997-07-02
- 5 IMAGE FORMING DEVICE**
Publication info: **JP1142681 A** - 1989-06-05
- 6 IMAGE FORMING DEVICE**
Publication info: **JP1250970 A** - 1989-10-05
- 7 Superposed image forming apparatus with plural and adjustable image forming stations**
Publication info: **US5072244 A** - 1991-12-10

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

平1-142673

⑪ Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 平成1年(1989)6月5日
G 03 G 15/01	1 1 2	Y-7256-2H	
	1 1 4	A-7256-2H	
	1 1 6	B-7256-2H	
H 04 N 15/04		D-7037-5C	
1/04	1 0 4	A-7037-5C	
1/29		G-6940-5C	審査請求 未請求 発明の数 1 (全20頁)

⑭ 発明の名称 画像形成装置

⑯ 特 願 昭62-300005

⑰ 出 願 昭62(1987)11月30日

⑱ 発 明 者	村 山 泰	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	広 瀬 吉 彦	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	松 沢 邦 彦	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	青 木 友 洋	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	知 久 一 佳	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	内 田 節	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	金 倉 和 紀	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑲ 出 願 人	キャノン株式会社	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
⑳ 代 理 人	弁理士 小林 将高		

明 細 書

1. 発明の名称

画像形成装置

2. 特許請求の範囲

(1) 所定間隔をもって配設された複数の像担持体と、各像担持体で形成され搬送体に順次転写される各レジストマーク画像を検出する検出手段とを有する画像形成装置において、前記検出手段により順次検出される前記搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体への光ビームの照射開始位置、残る各像担持体への光ビームの照射角度、残る各像担持体への光ビームの光路長を個別に補正する補正手段とを具備したことを特徴とする画像形成装置。

(2) 搬送体は、像担持体に形成される画像を転写する転写材であることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の画像形成装置。

(3) 搬送体は、転写材を搬送する搬送機構で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の画像形成装置。

(4) 転写材は、中間転写材で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の画像形成装置。

(5) 転写材は、連続的に搬送可能な連続紙で構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の画像形成装置。

(6) 検出手段は、搬送体の搬送方向に対して略直交して配設することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項～第(3)項いずれかに記載の画像形成装置。

(7) 検出手段は、2以上配設したことを特徴とする特許請求の範囲第(6)項記載の画像形成装置。

(8) 補正手段は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク

画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体への光ビームの書き込みタイミングを補正することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項～第(3)項いずれかに記載の画像形成装置。

(9)補正手段は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体の位置を補正することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項～第(3)項いずれかに記載の画像形成装置。

(10)補正手段は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体に光ビームを結像する走査系の位置を補正することを特徴とする特許請求の範囲第

(13)補正手段は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体の位置を搬送体の搬送方向に対して回転移動させることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項～第(3)項いずれかに記載の画像形成装置。

(14)補正手段は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体に照射される各光ビームの光路長を補正して画像倍率を補正することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の画像形成装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、例えばレーザービーム複写機、ファ

(1)項～第(3)項いずれかに記載の画像形成装置。

(11)補正手段は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体への光ビームの主走査方向に対する書き込みタイミングを補正することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項～第(3)項いずれかに記載の画像形成装置。

(12)補正手段は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体への光ビームの副走査方向に対する書き込みタイミングを補正することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項～第(3)項いずれかに記載の画像形成装置。

クシミリ等の電子写真方式を利用して像担持体上に露光して画像を形成する画像形成装置に係り、特に光走査手段を複数配設して多重、多色またはカラー画像を形成する装置に関するものである。

(従来の技術)

従来より、光走査手段を複数有する画像形成装置としては、例えば第11図に示すものが知られている。

第11図は4ドラムフルカラー式の画像形成装置の構成を説明する概略図であり、101C、101M、101Y、101BKはそれぞれシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの各色の画像を形成する画像形成ステーションであり、各画像形成ステーション101C、101M、101Y、101BKはそれぞれ感光ドラム102C、102M、102Y、102BKおよび光走査手段103C、103M、103Y、103BKさらには現像器、クリーナ等を有し、転写ベルト106によって矢印A方向に搬送される転写材S上に後述するシアン、マゼンタ、イエロー、プロ

ックの画像104C, 104M, 104Y, 104BKを順次転写してカラー画像を形成している。このように、複数の画像形成ステーション101C, 101M, 101Y, 101BKを有する装置においては同一の転写材Sの同一面上に順次異なる色の像を転写するので、各画像形成ステーションにおける転写画像位置が理想位置からずれると、例えば多色画像の場合には異なる色の画像間隔のずれあるいは重なりとなり、またカラー画像の場合には色味の違、されに程度がひどくなると色ずれとなって現われ、画像の品質を著しく劣化させていた。

ところで、上記転写画像の位置ずれの種類としては第13図(a)に示すような転写材Sの搬送方向(図中A方向)の位置ずれ(トップマージン)、第12図(b)に示すような走査方向(図中B方向)の位置ずれ(レフトマージン)、第12図(c)に示すような斜め方向の傾きずれ、第12図(d)に示すような倍率誤差ずれ等があり、実際には上記位置ずれが個別に発生するので

M, 102Y, 102BKまでの光路長の誤差 ΔL による、すなわち走査線長さずれ $2 \times \delta S$ に起因して発生(第15図, 第16図参照)するものである。

そこで、上記4種類のずれをなくするため、上記トップマージンとレフトマージンについては光ビーム走査のタイミングを電気的に調整してずれを補正し、上記傾きと倍率誤差によるずれについては、光走査手段と感光ドラム102C, 102M, 102Y, 102BKとを装置本体に取り付ける際の取付け位置および取付け角度にずれがないように充分な位置調整を行ってきた。

すなわち、光走査手段(スキャナ等)と感光ドラムとの取付け位置や取付け角度等によって変わる前記傾きずれと倍率誤差のずれとを光走査手段(スキャナ)、感光ドラムまたは光ビーム光路中の反射ミラーの取付け位置や角度を変えることによって調整を行ってきた。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、画像形成装置の使用による経時

はなく、これらの位置ずれが組合せ、すなわち4種類のずれが重疊したものが現われる。

そして、上記画像位置ずれの主な原因は、トップマージン(第12図(a)参照)の場合には、各画像ステーション101C, 101M, 101Y, 101BKの画像書き出しタイミングのずれに起因して発生し、レフトマージン(第12図(b)参照)の場合には、各画像ステーション101C, 101M, 101Y, 101BKの各画像の書き込みタイミング、すなわち一本の走査線における走査開始タイミングのずれに起因して発生し、斜め方向の傾きずれ(第12図(c)参照)の場合には、走査光学系の取付け角度ずれ θ_1 (第13図(a)~(c)参照)または感光ドラム102C, 102M, 102Y, 102BKの回転軸の角度ずれ θ_2 (第14図(a)~(c)参照)に起因して発生し、倍率誤差によるずれ(第12図(d)参照)は、各画像ステーション101C, 101M, 101Y, 101BKの光走査光学系から感光ドラム102C, 102

変化に伴ってトップマージン、レフトマージンは電気的に調整可能であるが、光走査手段(スキャナ)、感光ドラム102C, 102M, 102Y, 102BKまたは光ビーム光路中の反射ミラーの取付け位置調整に起因する上記傾きずれと倍率誤差に関しては調整が高精度(例えば400DPIのプリンタ装置においては1画素が62マイクロメートル)となり、非常に調整が困難であるという問題点があった。

さらに、不確定位置ずれ要素に伴う色ずれが発生する。例えば移動体としての転写ベルトの走行安定性(蛇行、片寄り)や感光ドラム着脱時の位置再現性、特にレーザビームプリンタの場合、トップマージンとレフトマージンの不安定性等により微細で僅かな不安定な要素に起因して位置ずれが発生するといった問題が各画像ステーション毎に発生するため、調整に多くの労力を要し、各労力低減のために調整機構を付加することによるコスト増大を招いてしまう重大な問題点があった。

この発明は、上記の問題点を解消するためにな

されたもので、複数の像担持体を有する多重画像形成装置において、通常の画像形成シーケンス開始前の調整処理の段階で、搬送される搬送体に位置ずれ検知用のレジストマークを転写し、各像担持体上の色ずれ量を個別に測定し、測定された所定の画像ステーションの色ずれに従属して各像担持体上の位置ずれを補正することにより、位置ずれ調整機構を簡素化して、常に位置ずれのない最適なカラー画像を形成できる画像形成装置を得ることを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

この発明に係る画像形成装置は、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体への光ビームの照射開始位置、残る各像担持体への光ビームの照射角度、残る各像担持体への光ビームの光路長を個別に補正する補正手段とを設けたものである。

像形成ステーション毎に設けられる光学走査系3C、3M、3Y、3BKから発射される光を各感光ドラム1C、1M、1Y、1BKに結像させる。4は搬送体となる搬送ベルトで、各感光ドラム1C、1M、1Y、1BKで形成された各色毎のレジストマーク11、12が転写される。レジストマーク11、12は搬送ベルト4の搬送方向に対して直交する直線上に平行して転写される。特にシアン用の画像形成ステーションは、すなわち感光ドラム1C、走査ミラー2C、光学走査系3Cは装置本体の所定位置に組み立て時に固定配設され、後述するアクチュエータ機構が具備されていない。

一方、残る各画像形成ステーションを構成する感光ドラム1M、1Y、1BK、走査ミラー2M、2Y、2BK、光学走査系3M、3Y、3BKは後述するアクチュエータ機構により所定方向に移動することが可能となっている。

5、6は例えばCCD等の電荷結像素子で構成されるマーク検出器で、マーク検出器5はランプ

(作用)

この発明においては、補正手段が、検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体への光ビームの照射開始位置、残る各像担持体への光ビームの照射角度、残る各像担持体への光ビームの光路長を個別に補正し、所定の像担持体上の画像位置ずれ特性に従属して残る複数の像担持体の画像位置ずれ特性を補正する。

(実施例)

第1図(a)はこの発明の一実施例を示す4ドラムフルカラー方式の画像形成装置の構成を説明する斜視図であり、1C、1M、1Y、1BKは感光ドラムで、それぞれシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの各色の現像剤(トナー)を備えた各画像形成ステーション毎に設けられている。2C、2M、2Y、2BKは走査ミラーで、各画

7から搬送ベルト4に露光された光の反射光を集光レンズ9を介して受光し、コントローラ13から出力される検出タイミング信号に同期して検出したレジストマーク11(レジストマーク11は、例えばそれぞれ4つの+型マーク画像から構成される)の画像データをコントローラ13に出力し、マーク検出器6はランプ7から搬送ベルト4に露光された光の反射光を集光レンズ10を介して受光し、コントローラ13から出力される検出タイミング信号に同期して検出したレジストマーク12(レジストマーク12は、例えばそれぞれ4つの+型マーク画像から構成される)の画像データをコントローラ13に出力する。8はクリーナ部材で、搬送ベルト4に転写されたレジストマーク11、12に対応するトナー像を回収する。

なお、コントローラ13はこの発明の補正手段を兼ねており、マーク検出器5、6から出力されるシアン用の画像ステーションのレジストマーク画像データで検出されたマーク検出タイミングと

順次マーク検出器5、6から出力される後続の各画像ステーションのレジストマーク画像データの検出タイミングとの差分に応じて、すなわちシアン用の画像ステーションの画像ずれ状態に優先従属して光学走査系3M、3Y、3BKから発射される光ビームの各感光ドラム1M、1Y、1BKに対する光路長、走査長、走査方向(感光ドラム1M、1Y、1BKの軸方向に対する)をシアン以外の画像ステーションに設けるアクチュエータの駆動を調整することにより、全ての画像ステーションにおける位置ずれをシアン用の位置ずれ状態に強制調整する。

第2図は、第1図(a)に示した走査ミラーと光学走査系との配置構成を説明する斜視図であり、第1図(a)と同一のものには同じ符号を付してある。なお、この構成と同一のものが各画像ステーション毎に設けられており、特にマゼンタ、イエロー、ブラックステーションの場合を示してある。

この図において、20は $f\theta$ レンズで、レーザ

光源22から発射され、一定速度で回転するポリゴンミラー21により偏向されるレーザビーム(光ビーム)Lを、例えば感光ドラム1Cに等速度で結像させる。23は光学箱で、上記20～22を一体収容している。なお、レーザ光源22から発射されたレーザビームLは、 $f\theta$ レンズ20を介して開口部23aより出射される。24aは第1反射ミラーで、この第1反射ミラー24aに略直角に対向して設けられた第2反射ミラー24bにより第1図(a)に示した走査ミラー2M、2Y、2BKに対応する反射体24が構成される。

なお、レーザ光源22から発射されたレーザビームLは、第1反射ミラー24a、第2反射ミラー24bを介して、例えば感光ドラム1M、1Y、1BKに結像するように構成されている。25は例えばステッピングモータで構成されるリニアステップアクチュエータ(アクチュエータ)で、コントローラ13から出力されるステップ量に応じて第1反射ミラー24a、第2反射ミラー

24bが一体支持される反射体24を図中のa方向に対して段階的に上下移動させる。26、27は例えばステッピングモータで構成されるリニアステップアクチュエータ(アクチュエータ)で、コントローラ13から出力されるステップ量に応じて第1反射ミラー24a、第2反射ミラー24bが一体支持される反射体24を図中のb方向にそれぞれ独立して水平移動させる。また、上記リニアステップアクチュエータ25～27は、ステッピングモータの出力軸を直線運動させるものであり、構造としてはモータロータ内部と出力軸に台形ネジを形成したものであり、主にフロピーディスク等のヘッド送り用として通常使用されているものに相応している。なお、上記リニアステップアクチュエータ25～27に代えて、通常のステッピングモータの軸にリードスクリュー(軸にネジを切ったもの)を形成したものに、上記リードスクリューに対応してネジを形成した可動部材を用いても同様に機能させることは可能である。具体的にはリードスクリューに形成されたネ

ジが4P0.5(呼び径4mm、ピッチ0.5mm)、ステッピングモータのステップ角が48ステップ/1周である場合には、出力部の進み量SSは、 $SS = 0.5 / 48 = 10.42 \mu\text{m} / \text{ステップ}$ となり、この $10.42 \mu\text{m} / \text{ステップ}$ 毎の送り量で上記反射体24を駆動制御可能となる。

次に第3図(a)～(c)を参照しながら第2図に示したアクチュエータ25～27の駆動動作について説明する。

第3図(a)～(c)は像担持体の画像ずれを説明する模式図であり、Sは転写材を示し、この転写材Sが矢印A方向(搬送ベルト4の搬送方向)に搬送される。

ここで、アクチュエータ25を走査光学装置からの光ビームLの発射方向であるa₁方向に駆動することにより、反射体24はa方向に略平行移動され、感光ドラム1C上までの光路長を短くし、アクチュエータ25をa₂方向に駆動することにより、光路長を長く調整することができる。このように、光路長を調整することにより、所定

の広がり角を有する光ビームLの感光ドラム1C上の走査線の長さを、例えば第3図(a)に示すように m_0 （実線）から m_1 （破線）に変換することができる。

また、アクチュエータ26、27を同時に同方向に、例えば b_1 方向に駆動することにより、反射体24は上記 a_1 方向と略垂直な方向である b 方向に平行移動され、これにより第3図(b)の走査線 m_0 を走査線 m_2 （破線）の位置まで平行移動させることができる。また、アクチュエータ26、27のいずれか一方を駆動した場合、またはアクチュエータ26を b_1 方向へ、アクチュエータ27を b_2 方向へ駆動させるような互いに反対方向の駆動を与えた場合には、第3図(c)の走査線 m_0 を走査線 m_3 （破線）のように傾きを可変することができる。

このように、一对の反射鏡を略直角に組み込んだ反射体24を走査光学装置から感光ドラム1Cまでの光ビーム光路内に配設し、反射体24位置をアクチュエータ25またはアクチュエータ

26、27により調整することによって光路長または光ビーム走査位置を各々独立に調整することができる。すなわち、ハの字形に配設された一对の反射鏡を有する反射体24を a 方向に移動することによって、感光ドラム1C上に結像された走査線の位置を変えることなく、光ビームLの光路長のみを補正することができ、また反射体24を b 方向に移動することによって光ビームLの光路長を可変することなく、感光ドラム1C上の結像位置および角度の補正を行うことができる。

なお、この実施例においては、4ドラム方式のフルカラープリンタに上記反射体24と、この反射体24の位置を調整するアクチュエータ機構を個別にそれぞれ備え、各画像形成手段となる像担持体毎にそれぞれ独立に感光ドラム1C、1M、1Y、1BKにおいて、走査線の傾きおよび光路長差に基づく倍率誤差、トップマージン、レフトマージンを個別に補正して、転写材Sに順次転写される各色トナー間の色ずれを除去するように構成されている。

以下、色ずれ検出のためのレジストマーク11、12の読み取り動作およびこの読み取りに基づいて実行される色ずれ補正フィードバック制御動作について第4図を参照しながら順次説明する。

第4図は、第1図(a)に示したコントローラ13の内部構成を説明する制御ブロック図であり、第1図(a)と同一のものには同じ符号を付してある。

この図において、31aはアンプで、マーク検出器5から出力されるマーク画像信号を増幅する。32aは2値化回路で、アンプ31aから出力されるアナログ信号をデジタルデータに変換した画像データCCD2Pを排他的論理ゲート35bおよびカウンタ42に出力する。32bは2値化回路で、アンプ31bから出力されるアナログ信号をデジタルデータに変換した画像データCCD1Pを排他的論理ゲート35aおよびカウンタ39に出力する。33はクロックジェネレータで、1主走査周期信号CDH SYNCを発生

させ、この1主走査周期信号CDH SYNCをマーク検出器5、6の読み取り同期信号として出力するとともに、V SYNCカウンタ37C、37M、37Y、37BKのクロック入力CLKに出力する。なお、例えばマーク検出器5、6は、それぞれ基準1、2に対応してあらかじめ設定された位置に配置されており、レジストマーク11、12が正確に書き始め基準位置より、走査線傾き、倍率誤差、レフトマージン誤差、トップマージンずれのない正規の位置に形成された時に、そのレジストマーク11、12の中心がマーク検出器5、6の画素の中心画素で読み取れる位置に精度よく調整配設されている。すなわち、基準ステーションとなる第1ステーション（シアン）によって形成されたレジストマーク画像の中心をマーク検出器の中心画素で読み取ることができるように、初期段階で第1ステーションの反射体24あるいは光学走査系2Cの位置を調整して固定する。この固定により基準色となるシアントナーで現像転写されたレジストマーク画像の中心が常に

マーク検出器5, 6の中心画素で検出できるようになり、検出されたシアン用のレジストマーク画像の中心と、順次検出される第2～第4ステーションで形成されるレジストマーク画像との中心ずれを精度よく検出し、検出される位置ずれ量に応じて上記アクチュエータ25～27を駆動制御する。

34は第1カウンタ回路で、1主走査周期信号CDHSYNCの送出タイミング②の時点でマーク検出器6が検出したレジストマーク12を構成する基準色となるシアン用のレジストマーク画像に対する画像データCCD1Pが得られ、この画像データCCD1Pと1主走査周期信号CDHSYNCとの排他的論理和出力となるスタート信号START1に同期して1主走査周期信号CDHSYNCのカウンタを開始し、1主走査周期信号CDHSYNCの送出タイミング③の時点でマーク検出器5が検出したレジストマーク11を構成する基準色となるシアン用のレジストマーク画像に対する画像データCCD2Pと1主走査周期信

号CDHSYNCとの排他的論理和出力となるストップ信号STOP2に同期して1主走査周期信号CDHSYNCのカウンタを終了する。このカウンタ開始から終了までにカウンタされたカウンタデータが基準色シアンの走査線傾き量 N_0 。として得られ、この走査線傾き量 N_0 、すなわち基準色シアンの傾き量を基準値として、順次検出される第2～4ステーションに対応する走査線傾き量 N_n とを比較し画像ずれ量を演算し、演算された第2～4ステーション用の画像ずれ量が後段の第1ROM35(第2～4ステーションの各アクチュエータ26, 27を指定方向に移動するための制御値が格納される)に選択信号として出力される。なお、第1カウンタ回路34は図示しないCPUから出力されるステーションセレクト信号に基づいてイネーブルとなる。36はセクタ回路で、第1ROMから読み出された各制御値ADM, ADY, ADBKが第2～第4画像ステーションの反射体24を駆動するアクチュエータ26, 27に出力される。

37CはVSYNCカウンタで、シアン用のレジストマーク(レジストマーク11, 12を構成する基準色となるシアン用のレジストマーク画像)が第1の画像ステーションで書き込まれるタイミングに出力されるレジストマーク書き込み信号に同期して1主走査周期信号CDHSYNCのカウンタを開始し、マーク検出器6がレジストマーク12を構成する基準色となるシアン用のレジストマーク画像を検出した時点で出力される画像データCCD1に同期して排他的論理和ゲート35aから出力されるスタート信号START1が出力された時点で1主走査周期信号CDHSYNCのカウンタを終了し、そのカウンタ値、すなわち基準色シアンのトップマージン補正基準値C0を得る。そして、後続の第2～第4のステーションのトップマージン値M0をVSYNCカウンタ37M, 37Y, 37BKによる同様のカウンタ処理により得て、上記トップマージン補正基準値C0とトップマージン値M0とを比較し、シアンマゼンタ間、シアンイエロー間、シアンブ

ラック間のトップマージンずれに起因する画像ずれ量をコントローラ13が演算する。そして、演算した画像ずれ量に応じて後段の第3ROM38(トップマージンを補正するための制御値があらかじめ記憶される)に選択信号として出力する。第3ROM38はトップマージンを補正するための遅延信号DELAYM, DELAYY, DELAYBKを第2～第4の各画像ステーションのアクチュエータ26, 27に出力する。

39は第2カウンタ回路で、1主走査周期信号CDHSYNCに同期して入力されるX1CLOCKのカウンタを開始し、マーク検出器6がレジストマーク12を構成する基準色となるシアン用のレジストマーク画像を検出して画像データCCD1Pが出力された時点でX1CLOCKのカウンタを終了し、カウンタ値 t_0 を図示しないレジスタに保持するとともに、1主走査周期信号CDHSYNCに同期して入力されるX1CLOCKのカウンタを開始し、マーク検出器6がレジストマーク12を構成する第2～第4ステーションに

対するレジスト画像を検出して画像データCCD 1 Pが出力された時点でX 1 C L O C Kのカウントを終了し、カウント値 t_1 を後段のコンパレータ4 0に出力する。コンパレータ4 0は上記レジスタに保持されるカウント値 t_{01} とカウント値 t_1 とを比較し、その差分 Δt_1 を第2 R O M 4 1に選択信号として出力する。第2 R O M 4 1には差分 Δt_1 に応じて第2～第4の画像ステーションのアクチュエータ2 5を駆動する最適な制御値A 2～A 4をそれぞれ出力する。

4 2は第3カウンタ回路で、1主走査周期信号C D H S Y N Cに同期して入力されるX 1 C L O C Kのカウントを開始し、マーク検出器5がレジストマーク1 1を構成する基準色となるシアン用のレジストマーク画像を検出して画像データCCD 2 Pが出力された時点でX 1 C L O C Kのカウントを終了し、カウント値 t_{02} を図示しないレジスタに保持するとともに、1主走査周期信号C D H S Y N Cに同期して入力されるX 1 C L O C Kのカウントを開始し、マーク検出器5がレジスト

マーク1 1を構成する第2～第4ステーションに対するレジスト画像を検出して画像データCCD 2 Pが出力された時点でX 1 C L O C Kのカウントを終了し、カウント値 t_2 を後段のコンパレータ4 3に出力する。

コンパレータ4 3は、上記レジスタに保持されるカウント値 t_{02} と第3カウンタ回路4 2がカウントしたカウント値 t_2 とを比較し、その差分 Δt_2 を第2 R O M 4 1に選択信号として出力する。第2 R O M 4 1には差分 Δt_2 に応じて第2～第4の画像ステーションのアクチュエータ2 6, 2 7を駆動する最適な遅延制御値D M 1, D Y 1, D B K 1をそれぞれ出力するか、または差分 Δt_2 に応じて画像書き込みタイミングを決定する垂直同期信号出力タイミングを調整する。

なお、マーク検出器5, 6は第4図に示す基準1, 2から主走査方向の読み取りを開始するように位置決めされている。

次に第5図、第6図を参照しながら第4図の動作について説明する。

第5図は、第4図に示したマーク検出器5, 6によるレジストマーク1 1, 1 2の読み取り動作を説明する図であり、第1図(a)と同一のものには同じ符号を付してある。

この図において、1 Aはシアン用の書き込み出力を示し、1 Bは第2～第4ステーションに対応する書き込み出力を示す。3 Aはマーク読み取りデータで、基準色となるシアンステーションで形成されたレジストマーク1 1, 1 2を構成するシアン用のレジストマーク画像に対する書き込み出力1 Aに対する2値化出力に対応する。3 Bはマーク読み取りデータで、第2～第4ステーションで形成されたレジストマーク画像に対する書き込み出力1 Bに対する2値化出力に対応する。搬送ベルト4の両端所定位置に転写されたレジストマーク1 1, 1 2をマーク検出器5, 6で検出されると、まずシアン用のレジストマーク画像に対する画像データCCD 2 P, CCD 1 Pの中心画素は、1主走査周期信号C D H S Y N Cよりそれぞれ時間 t_{01} , t_{02} (カウント値 t_{01} , t_{02})の時間位置にシア

ン用のレジスト画像信号として得られる。しかし、第2～第4ステーションで形成されたレジストマーク画像に対する書き込み出力1 Bのように書き込み位置がずれると、カウント値 t_{01} とカウント値 t_1 は一致しても、カウント値 t_{02} とカウント値 t_2 との値は一致しなくなり、例えば $t_{02} > t_2$ となると、基準色シアン画像に比べて第2～第4ステーション画像は小さくなり、この縮小倍率誤差がコンパレータ4 0により第2～第4の画像ステーションに設けるアクチュエータ2 5を駆動制御するための倍率制御値を選択する選択信号が第2 R O M 4 1へ出力される。

第6図は、第4図の動作を説明するタイミングチャートであり、第4図と同一のものには同じ符号を付してある。

以下、倍率誤差、レフトマージンずれ量検知動作について説明する。

マーク検出器5, 6は、クロックジェネレータ3 3から送出タイミング①～④で出力される1主走査周期信号C D H S Y N C(第4図)に同期し

て搬送されるレジストマーク11, 12を構成する基準色に対応するシアン用のレジストマーク画像を読み取り、第6図に示す画像データCCD1P, CCD2Pを順次出力するが、送出タイミング①においては、マーク検出器5, 6がレジストマーク11, 12を読み取っていないため、シアン用画像信号は出力されない。そして、送出タイミング②において、1主走査周期信号CDHSYN Cから時間 t_1 (第5図に示した t_{01} に等しい)の時点で、マーク検出器6から検出されたレジストマーク12を構成するシアン用のレジストマーク画像に対する検出信号を2値化した画像データCCD1Pが得られる。そして、送出タイミング③において、1主走査周期信号CDHSYN Cから時間 t_{02} の時点で、マーク検出器5から検出されたレジストマーク11を構成するシアン用のレジストマーク画像に対する検出信号を2値化した画像データCCD2Pが得られる。

このようにして、2値化回路32a, 32bから画像データCCD1P, CCD2Pが得られる

を第2ROM41に選択信号として出力する。

これにより第2ROM41にあらかじめ記憶された倍率移動量とレフトマージン移動量が設定されたテーブルより各画像ステーションのアクチュエータ25を駆動させるに最適な移動制御値(制御値A2~A4)がそれぞれ出力されるとともに、レフトマージンの移動量となる遅延制御値DM1, DY1, DBK1を第2ROM41選択ポートSに入力されるステーションセレクト信号に応じてそれぞれ順次出力する。

従って、この修正によって倍率誤差とレフトマージンずれが基準色であるシアン画像と画像ずれなく移動修正される。

次に走査線傾き量の補正処理について説明する。

上記同様に送出タイミング②の時点で送出された1主走査周期信号CDHSYN Cに同期してマーク検出器6よりレジストマーク12を構成するシアン用のレジストマーク画像を読み取り、2値化回路32bより画像データCCD1Pが得られ

と、第2カウンタ回路39, 第3カウンタ回路42によるカウント処理が上述したように開始され、そのカウント値 t_{01} , t_{02} が一旦レジスタに退避され、コンパレータ40, 43の一方に送出される。そこで、まずコンパレータ40は入力されるカウント値 t_{01} (基準色シアンの書き込み位置基準)と順次入力される第2~第4ステーションで形成された各レジストマーク画像の検出タイミングを第2カウンタ回路39でカウントしたカウント値 t_1 とを比較し、その基準色差分 Δt_1 (内容0)を第2ROM41に選択信号として出力する。これに呼応して第2ROM41より倍率補正制御信号が第2~第4ステーションの各アクチュエータ27に対して出力される。

一方、コンパレータ43は入力されるカウント値 t_{02} と(基準色シアンの書き込み位置基準)と順次入力される第2~第4ステーションで形成された各レジストマーク画像の検出タイミングを第3カウンタ回路42でカウントしたカウント値 t_2 とを比較し、その基準色差分 Δt_2 (内容-1)

と、後段の排他的論理和ゲート35aにより、一方の入力であるところの1主走査周期信号CDHSYN Cが消去されスタート信号START1が生成され、このスタート信号START1が第1カウンタ回路34のSTART信号端子およびVSYNCカウンタ37C, 37M, 37Y, 37BKのクロック入力CLKに入力する。これに呼応して第1カウンタ回路34は、1主走査周期信号CDHSYN Cのカウント処理を開始する。

次いで、送出タイミング③において、マーク検出器5はレジストマーク11を構成するシアン用のレジストマーク画像を読み取り、2値化回路32aより画像データCCD2Pを出力する。次いで、後段の排他的論理和ゲート35bよりストップ信号STOP2を第1カウンタ回路34のSTOP端子に入力することにより、1主走査周期信号CDHSYN Cのカウント処理を停止し、それまでにカウントしたカウント数、すなわち基準色シアンの走査線傾き量 N_0 が得られ、この走査

線傾き量 N 。と、順次マーク検出器11が検出する第2～第4ステーションに対応するレジストマーク画像に対応して排他的論理和ゲート35bより出力されるストップ信号STOP2が入力されるまでに第1カウンタ回路34がカウントした第2～第4ステーションに対応する走査線傾き量 N_M とを比較して各画像ずれを差分演算し、後段の第1ROM35（アクチュエータ26, 27を指定方向に移動するための制御値が格納される）に選択信号を出力する。この走査線傾き補正制御値に応じて第2～第4ステーションの各アクチュエータ26, 27が反射体24を適正な位置に位置決めする。この動作をマゼンタ、イエロー、ブラックのレジストマークについて同様に実行することにより、セレクト回路36に入力されるステーションセレクト信号に応じて各制御値ADM, ADY, ADBKが各画像ステーションのアクチュエータ26, 27に出力され、各反射体24を適正な位置に位置決めし、走査線傾き量がそれぞれ修正される。

ョンに対するトップマージ補正の基準値となる。

そこで、同様にしてマーク検出器6がレジストマーク12を構成する第2～第4ステーション用のレジストマーク画像の先頭マークを検出した時点で2値化回路32bより出力される画像データCCD1Pに応じて出力されるスタート信号START1が出力される間、VSYNCカウンタ37M, 37Y, 37BKがカウントした1主走査周期信号CDHSYNCの値、すなわち差分量M1, Y1, BK1と上記差分量C1とがそれぞれ個別に比較され、その相対差分が演算される。

そして、その各相対差分値が各VSYNCカウンタ37M, 37Y, 37BKより第3ROM38に出力される。これに応じて、第3ROM38にあらかじめ記憶されるトップマージ補正值（シアン用のレジストマークを書き込んだ際に出される値と比較した差分値）となる遅延信号DELAYM, DELAYY, DELAYBKが第2～第4ステーションのアクチュエータ26, 27に出力するか、各画像ステーションに規定さ

次にトップマージずれの補正処理について説明する。

基準ステーションとなるシアン用のトップマージに対する第2～第4のトップマージ補正制御は、感光ドラム1Cにレジストマーク11, 12を書き始めた時点、すなわちCレジストマーク書き込み信号がVSYNCカウンタ37CのSTART端子に送出された時点から開始され、このCレジストマーク書き込み信号がVSYNCカウンタ37CのSTART端子に送出されてから、VSYNCカウンタ37Cによるカウント動作が開始する。

次いで、マーク検出器6がレジストマーク12を構成するシアン用のレジストマーク画像の先頭マークを検出した時点で2値化回路32bより出力される画像データCCD1Pに応じて出力されるスタート信号START1が出力される間、VSYNCカウンタ37Cがカウントした1主走査周期信号CDHSYNCの値、すなわち差分量C1を得る。この差分量C1が第2～第4ステーション

れる垂直同期信号出力タイミングを調整することにより、トップマージ補正を実行する。これにより、シアン用の画像ステーションのトップマージに残る第2～第4のステーションのトップマージを従属補正することができる。

なお、各VSYNCカウンタ37C, 37M, 37Y, 37BKはマーク検出器6により順次検出される各画像ステーションのレジストマーク画像により出力される画像データCCD1Pに基づくスタート信号START1によりカウント動作を終了するわけであるが、連続してレジストマーク画像を検出するため、必要のない位置の画像データCCD1Pでカウント動作が終了しないように、精度よく監視する必要がある。

なお、マーク検出器5, 6によるレジストマーク11, 12の検出が終了すると、搬送ベルト4に転写されたレジストマーク画像はクリーナ部材8により清掃され、次のレジストマーク書き込みに備える。

なお、上記実施例においては、第1図(a)に

示したように、基準ステーション、すなわちシアン用のステーションを固定配置し、この固定配置された画像ステーションで転写されたレジストマーク画像を基準として、各第2～第4ステーションの光学走査系から発射される光ビームLの光路長、走査長、走査方向を各第2～第4ステーションのアクチュエータ25～27を駆動して従属補正させる場合について説明したが、第1図(b)および第1図(c)に示すように、すなわち第1図(b)においては、手動調整ネジ45～47を各アクチュエータ25～27の配設位置に対応する位置に設けることにより、画像形成装置本体の点検保守、微調整作業を軽減できる。また、第1図(c)に示すように、シアン用のステーションにもアクチュエータ25～27を搭載して、画像形成装置本体の点検保守、微調整作業を軽減するとともに、意図的に基準ステーションの位置ずれを調整し、従属するステーションの補正調整範囲負担を軽減することも可能となる。

次に第7図～第10図を参照しながらこの発明

を適用可能な画像形成装置について説明する。

第7図(a)、(b)はこの発明を適用する画像形成装置の一例を説明する斜視図および要部拡大斜視図であり、第1図(a)および第2図と同一のものには同じ符号を付してある。

これらの図において、51、52は例えばステップモータで構成されるアクチュエータで、アクチュエータ51は光学箱23の遊貫穴に挿入される回転軸(図示しない)の中心Lを基準として、上記光学箱23を矢印a方向に上下移動させ、光源22から感光ドラム1Cに発射される光ビームLの光路長を調整し、倍率誤差を補正する。アクチュエータ52は光学箱23の遊貫穴に挿入される回転軸(図示しない)の中心Lを基準として、上記光学箱23を回転移動させて、感光ドラム1Cに描画される走査線の傾きを修正する。

これらの図から分かるように、第1図に示した反射体24を移動する代りに、光学箱23を移動させる構成となる画像形成装置においても、この

発明を適用可能となり、上記同様に走査線傾きおよび倍率補正を実行できる。

第8図(a)～(c)はこの発明を適用する画像形成装置の一例を説明する斜視図、要部拡大斜視図、要部断面図であり、第1図(a)および第2図と同一のものには同じ符号を付してある。

これらの図において、61C、61M、61Y、61BKはフランジで、感光ドラム1C、1M、1Y、1BKの両端部に固定され、フランジ61C、61M、61Y、61BKの軸62C、62M、62Y、62BKが軸受装置63C、63M、63Y、63BKの軸受け64C、64M、64Y、64BKに回転自在に軸支される。軸受け64C、64M、64Y、64BKは、図示しないガイド溝によりAA方向に可動するように内ケース65に支持されている。各内ケース65内の軸受け64C、64M、64Y、64BKは、各バネ66に付勢されるとともに、例えばステップモータで構成されるアクチュエータ67の突起に当接し、このアクチュエータ67の

駆動に応じて64C、64M、64Y、64BKをAA方向に移動させる。68はバネで、外ケース70に収容される内ケース65を付勢する。69は例えばステップモータで構成されるアクチュエータで、バネ68に付勢される内ケース65をBB方向(AA方向と直交する)に移動させる。なお、内ケース65は、図示しないガイド溝によって外ケース70にAA方向とは直角方向のBB方向に可動するように支持されている。

第8図(a)に示すように、軸受装置63C、63M、63Y、63BKをAA方向を水平方向に、BB方向を垂直方向に合せて各感光ドラム1C、1M、1Y、1BKの両端部に設け、一対のアクチュエータ69を同時に同方向、すなわちBB方向に駆動すると、感光ドラム、例えば感光ドラム1Cは走査光学装置から光ビームLの発射方向と略平行に移動され、光路長が可変されて倍率誤差を補正可能となる。

また、一対のアクチュエータ67のいずれか一方を移動すると、各アクチュエータ67を互いに

反対方向に駆動を与えることとなり、走査線傾きを補正することができる。また、一対のアクチュエータ67を同時に駆動すれば、光ビームLにより感光ドラム1Cに描画される走査線を平行移動することが可能となり、トップマージン補正も可能となる。

このように、第1図(a)に示した反射体24、第7図に示した光学箱23を個別に駆動させること以外に、感光ドラム1C、1M、1Y、1BKを個別に所定方向に移動させる機構となる画像形成装置にも、この発明による色ずれ量に対する補正処理を加えることが可能となる。

さらに、第9図に示すように、中間転写体B1を有する4ドラム方式のカラープリンタにおいても、この発明を容易に適用できるとともに、第10図に示すように、転写材として連続紙となるロール紙B2を使用する4ドラム方式のカラープリンタにもこの発明を容易に適用可能となり、それぞれの画像形成処理で発生する色ずれを最適に補正できる。なお、上記適用例については、4ドラ

ム方式のカラープリンタについて説明したが、例えば2色、または3色の画像形成装置、および多重画像形成装置にもこの発明を適用することにより、画像ずれのない鮮明な画像を形成可能となる。

また、上記実施例においては、反射体24をハの字形に一体形成し、その対向面に鏡面を配設して光ビームLを感光体に走査する場合について説明したが、反射鏡の取り付け角度、鏡面数は上記実施例に限定されずに自由に設定でき、例えば反射体24をL字形として形成してもよい。

さらに、上記各実施例において、アクチュエータ機構を例えばリニアステップアクチュエータで構成する場合について説明したが、通常のステッピングモータの軸にネジを切ったもの、カムを固着したものでもいいし、リニアモータ等で同様の機能を持たせることも、この発明のアクチュエータ機構として成立する。

また、上記実施例では、搬送体として搬送ベルト4を利用して、レジストマーク11、12を転

写させる場合について説明したが、公知の電子写真プロセスを利用するものであれば、搬送される転写材上の位置、形状はレジストマーク11、12に限定されず、例えば「」等のマークでもいいし、「-」、「|」等のマークを個別に転写して画像位置ずれを検知するように構成しても同様の効果を期待できる。

さらに、上記実施例においては、搬送ベルト4に転写されたレジストマーク11、12を、例えばクリーニングブレード等のクリーナ部材8によりクリーニングする場合について説明したが、フーブラシ方式やエア吸引方式を利用することにより、搬送ベルト6に転写されて付着したトナーを効率よく回収して、画像位置ずれ検知のためのレジストマーク11、12の形成、読み取り時の誤差介入を防止できる。また、転写帯電器により感光ドラムに逆転写して、感光ドラム用のクリーナ部材で回収するように構成してもよい。

また、上記実施例においては、マーク検出器5、6によりレジストマーク11、12を読み取

る場合について説明したが、マーク検出器の設置個数は2個に限定されず、さらに多くのマーク検出器を同一直線上または異なる直線上に複数個配設してレジストマーク11、12、またはこれに類するマークを読み取ることにより、各感光ドラム1C、1M、1Y、1BKの画像位置ずれを高精度に検出できる。

(発明の効果)

以上説明したように、この発明は検出手段により順次検出される搬送体に転写された各像担持体に対する複数のレジストマーク画像中の所定の1つのレジストマーク画像検出タイミングと残る各レジストマーク画像検出タイミングとの相対差分に基づいて残る各像担持体への光ビームの照射開始位置、残る各像担持体への光ビームの照射角度、残る各像担持体への光ビームの光路長を個別に補正する補正手段とを設けたので、基準となる画像ステーションの画像位置ずれ状態に従属して残る画像ステーションの位置ずれを補正可能となるので、全ての画像ステーションを個別にある基

準値に補正する制御に比べて、位置ずれ調整機構を簡素化できるとともに、位置ずれ調整時間を短縮できる。従って、保守点検による機械的調整作業を大幅に軽減できるとともに、全ての画像ステーションの画像を精度よく重ねることができ、最適なカラー画像を効率よく出力できる等の優れた効果を奏する。

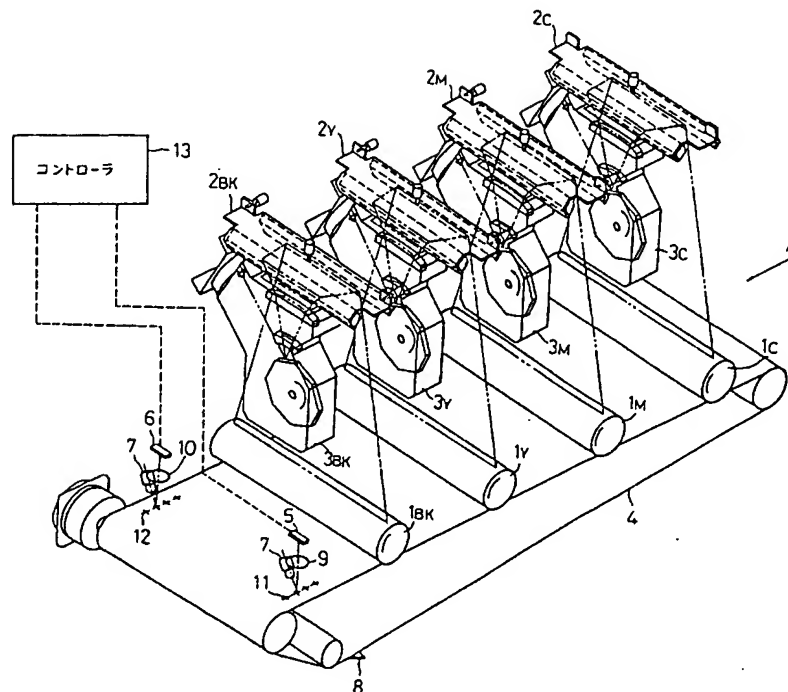
4. 図面の簡単な説明

第1図(a)はこの発明の一実施例を示す4ドラムフルカラー方式の画像形成装置の構成を説明する斜視図、第1図(b)、(c)はこの発明の他の実施例を説明する画像形成装置の構成を示す斜視図、第2図は、第1図(a)に示した走査ミラーと光学走査系との配置構成を説明する斜視図、第3図(a)～(c)は像担持体の画像ずれを説明する模式図、第4図は、第1図(a)に示したコントローラの内部構成を説明する制御ブロック図、第5図は、第4図に示したマーク検出器によるレジストマークの読み取り動作を説明する図、第6図は、第4図の動作を説明するタイミン

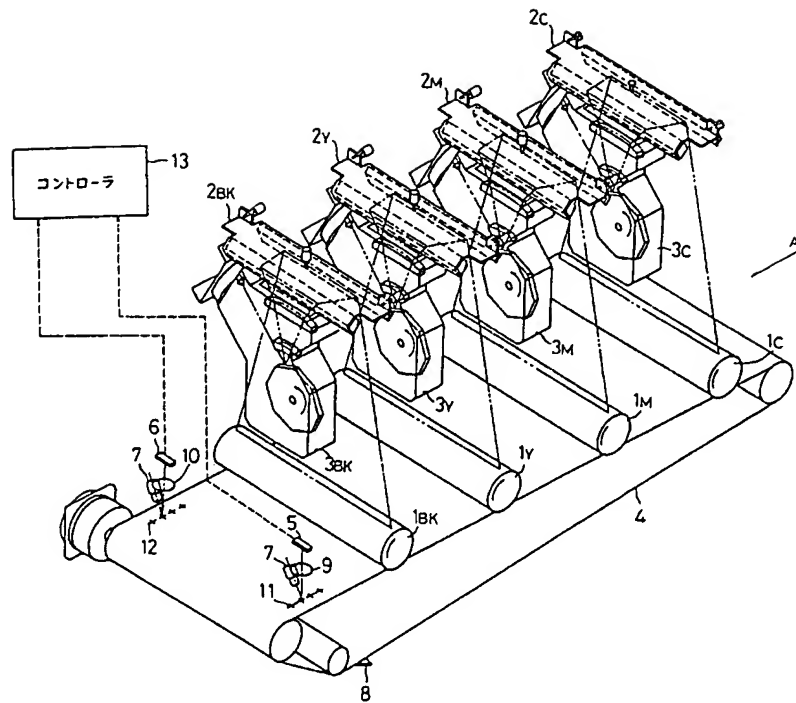
グチャート、第7図(a)、(b)はこの発明を適用する画像形成装置の一例を説明する斜視図および要部拡大斜視図、第8図(a)～(c)はこの発明を適用する画像形成装置の一例を説明する斜視図、要部拡大斜視図、要部断面図、第9図、第10図はこの発明を適用する画像形成装置の一例を説明する断面図、第11図は4ドラムフルカラー方式の画像形成装置の構成を説明する概略図、第12図は画像ずれの種別を説明する模式図、第13図は光走査系の位置ずれに起因する画像ずれを説明する模式図、第14図は感光ドラム軸の位置ずれに起因する画像ずれを説明する模式図、第15図は光ビームの光路長誤差に起因する画像ずれを説明する模式図、第16図は光路長誤差に起因する倍率誤差を説明する模式図である。

図中、1C、1M、1Y、1BKは感光ドラム、2C、2M、2Y、2BKは走査ミラー、3C、3M、3Y、3BKは光学走査系、4は搬送ベルト、5、6はマーク検出器、11、12はレジストマーク、13はコントローラである。

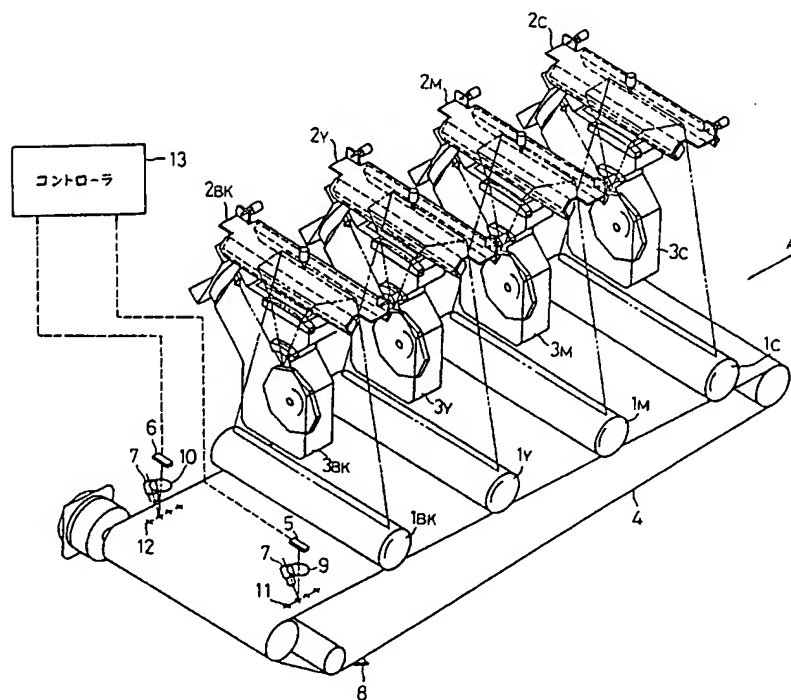
第1図(a)



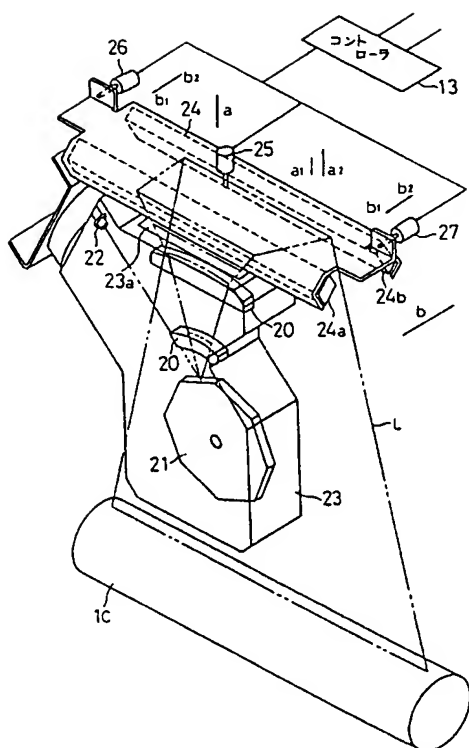
第 1 図 (b)



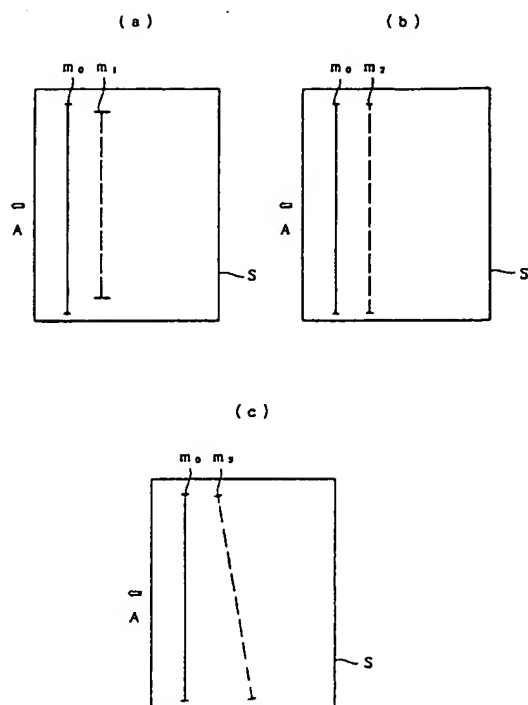
第 1 図 (c)



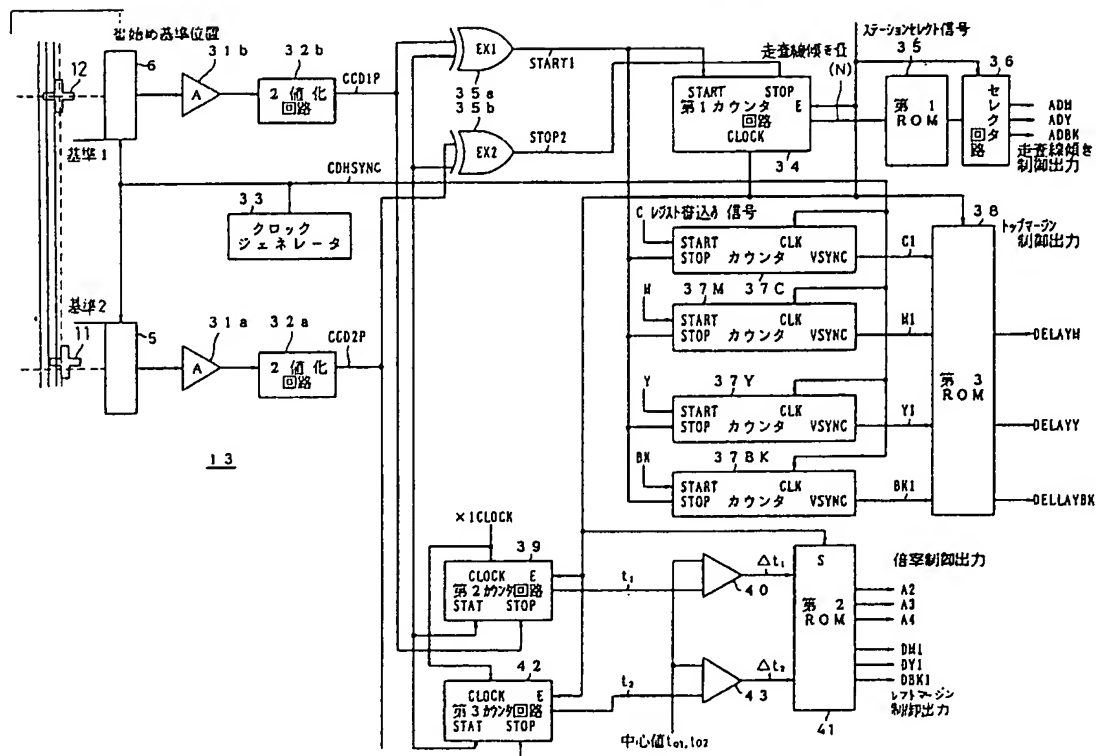
第 2 図



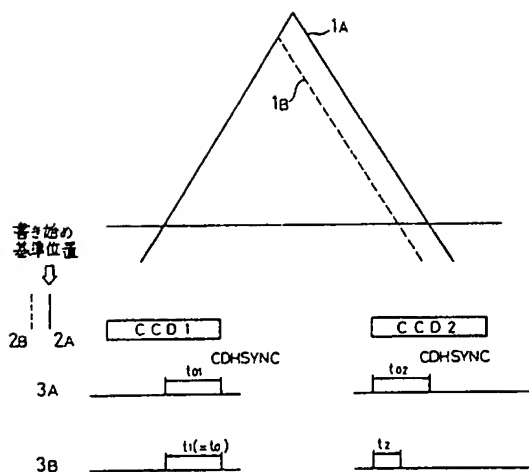
第 3 図



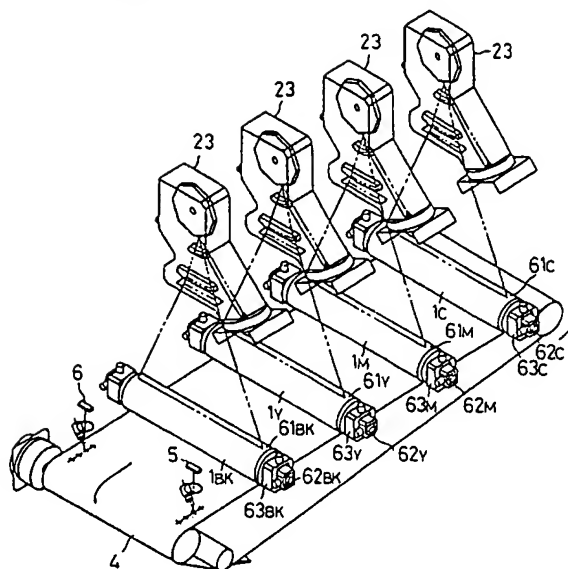
第 4 図



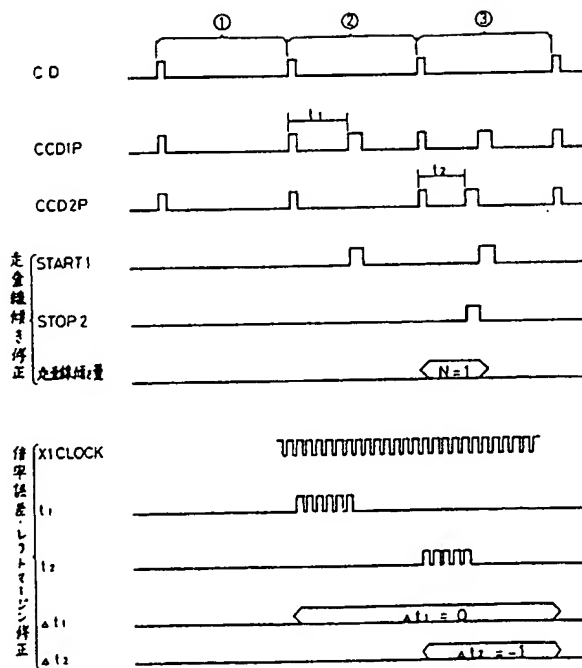
第 5 図



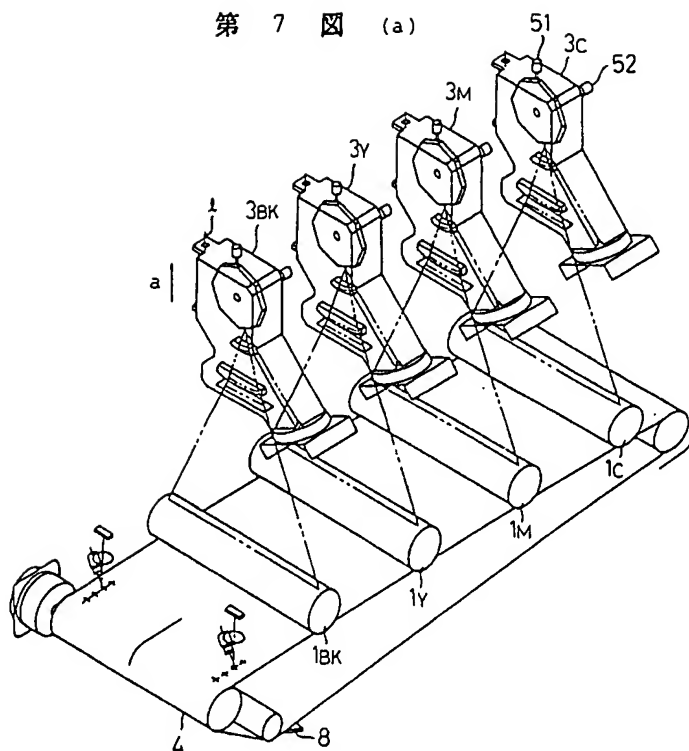
第 8 図 (a)



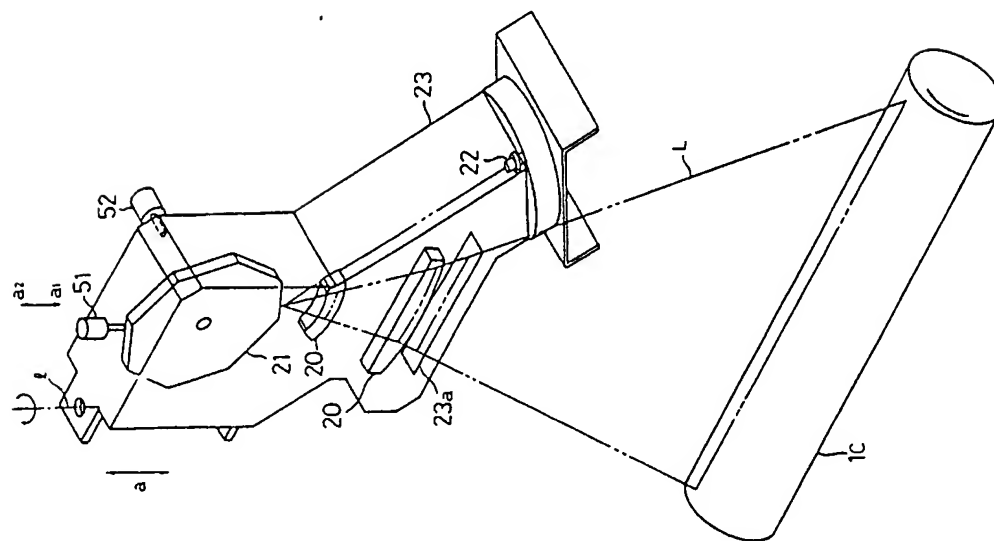
第 6 図



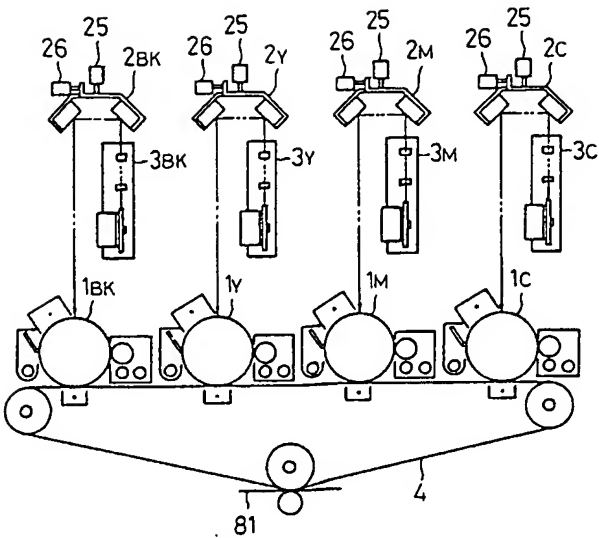
第 7 図 (a)



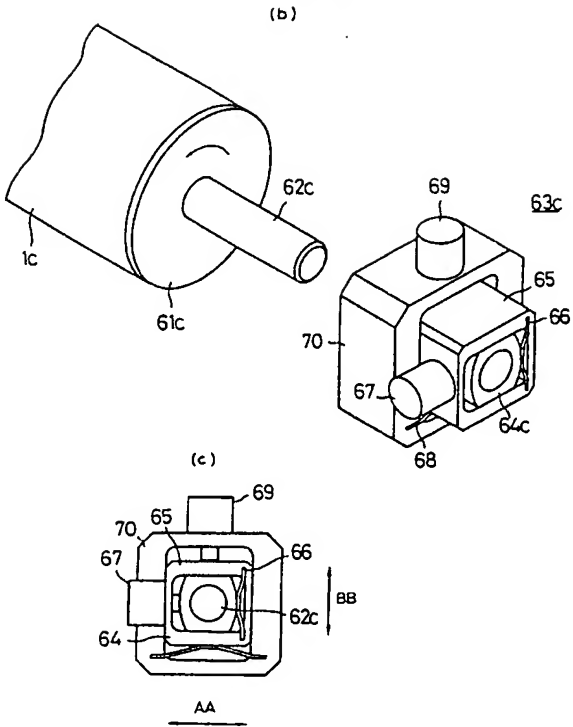
第 7 図 (b)



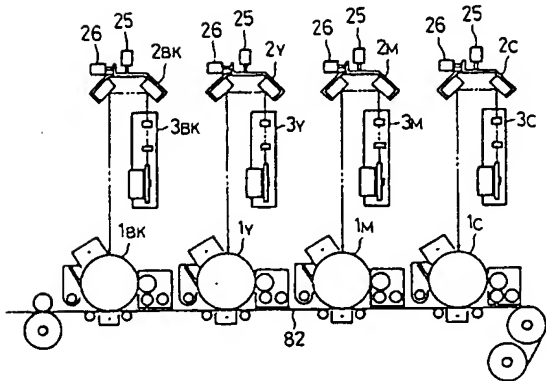
第 9 図



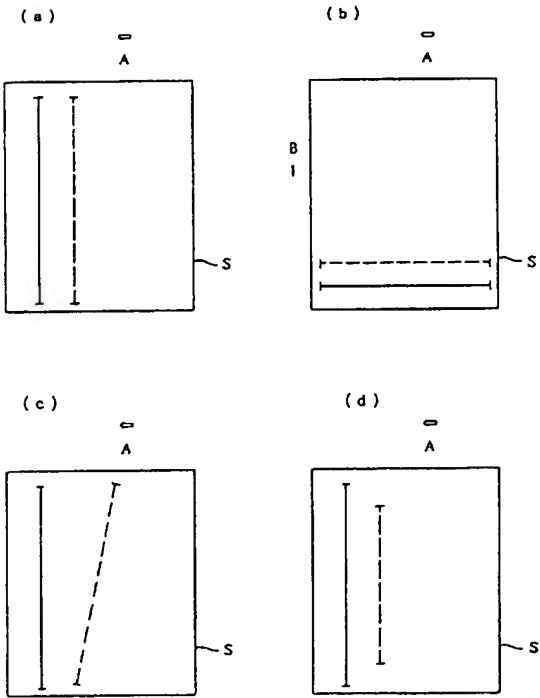
第 8 図



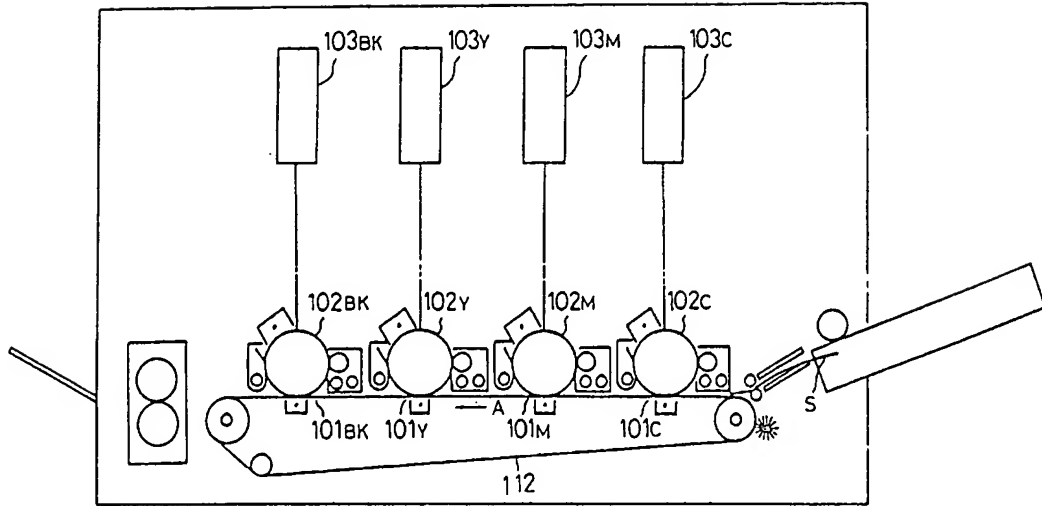
第 10 図



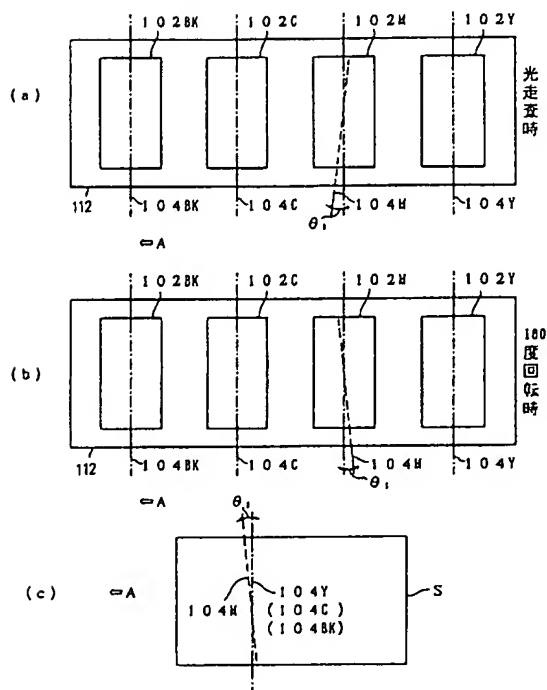
第 12 図



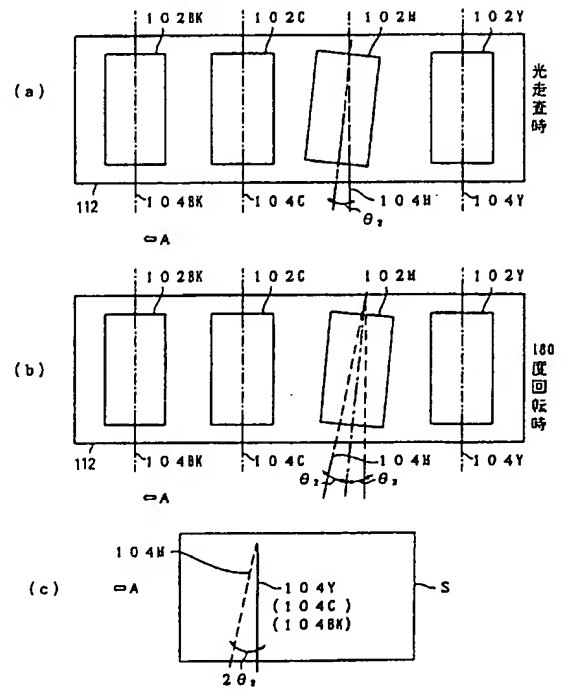
第 11 図



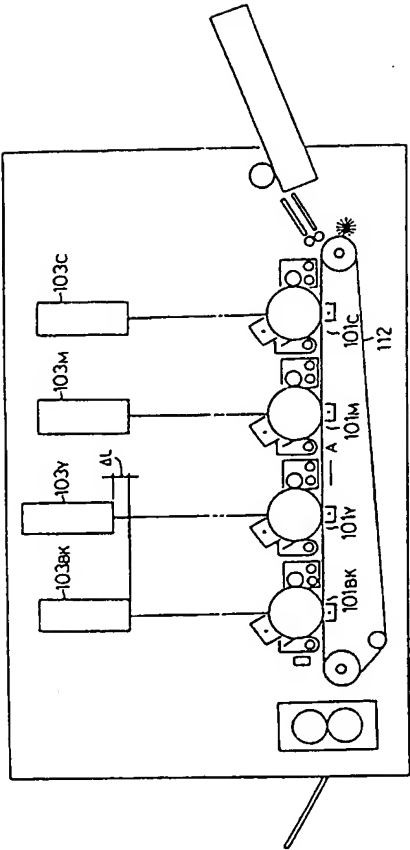
第 13 図



第 14 図



第 15 図



第 16 図

